



Обозначение: E317 – 16

Стандартное практическое руководство по оценке эксплуатационных характеристик приборов и систем для ультразвуковых эхо-импульсных испытаний без использования электронных измерительных приборов

Standard Practice for Evaluating Performance Characteristics of Ultrasonic Pulse-Echo Testing Instruments and Systems without the Use of Electronic Measurement Instruments

**Перевод зарегистрирован
ООО "Нормдокс"
по поручению ASTM International
Номер регистрации: E317-16/161030
Дата регистрации: 31.10.2016**

Санкт-Петербург
2016 г.

Перевод настоящего стандарта осуществлен ООО «Нормдокс» с официального разрешения Американского общества по материалам и их испытаниям (ASTM) 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA.

ASTM не утверждает и не подтверждает данный перевод, и только английская версия, опубликованная со знаком копирайта ASTM, может рассматриваться как оригинальная версия.

Воспроизведение данного перевода возможно только с разрешения ASTM.

Translation of this standard has been made by Normdocs OOO under the official permission from the American Society for Testing and Materials (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA.

ASTM does not confirm or approve this translation, and only the English version as published and copyrighted by ASTM can be considered as the original version.

Reproduction of this translation is possible by authority of ASTM only.

ООО «Нормдокс»

197376, Санкт-Петербург,
ул. Проф. Попова, дом 5, корп.1, офис 1237

Тел.: +7 (812) 309-78-59

+7 (495) 223-46-76

Факс: +7 (812) 309-78-59

E-mail: inform@normdocs.ru

<http://www.normdocs.ru>



Обозначение: E317 – 16

Стандартное практическое руководство по оценке эксплуатационных характеристик приборов и систем для ультразвуковых эхо-импульсных испытаний без использования электронных измерительных приборов¹

Настоящий стандарт выпускается под неизменным обозначением E317; номер, следующий непосредственно за обозначением, указывает на год исходного выпуска или, в случае пересмотра, на год последнего пересмотра. Номер в скобках указывает на год последнего повторного утверждения. Надстрочный индекс с буквой эпсилон (ϵ) указывает на наличие редакторских правок с момента выпуска последнего пересмотра или повторного утверждения

Настоящий стандарт был утвержден к применению ведомствами Министерства обороны США.

1. Область применения*

1.1 Настоящее практическое руководство описывает процедуры оценки следующих эксплуатационных характеристик приборов и систем для ультразвукового эхо-импульсного контроля: предельное значение и линейность по горизонтали; предельное значение и линейность по вертикали; разрешение — поверхность ввода и дальняя поверхность, чувствительность и помехи; точность откалиброванных регуляторов усиления. Использование оценки данных характеристик предполагается для сравнения приборов и систем или, путем периодического повторения, для обнаружения долгосрочных изменений характеристик конкретного прибора или системы, которые могут свидетельствовать о приближающемся отказе и которые, если выйдут за определенные предельные значения, будут требовать внепланового технического обслуживания. Характеристики прибора, измеренные в соответствии с настоящим практическим руководством, выражаются в терминах, связанных с их потенциальной полезностью для ультразвукового испытания. Характеристики прибора, выраженные в исключительно электронных терминах, могут быть измерены в соответствии с описанием в E1324.

1.2 Системы ультразвукового контроля, использующие серии импульсных волн и представления в виде развертки типа А (радио или видео), могут быть оценены.

1.3 Процедуры применимы к цеховым или полевым условиям; дополнительное электронно-измерительное оборудование не требуется.

1.4 Настоящее практическое руководство не устанавливает каких-либо предельных значений эксплуатационных характеристик для систем контроля; если такие критерии приемки необходимы, они должны быть определены использующими их сторонами. Когда критерии приемки указываются в настоящем документе, они приведены только для примера и регулируются более или менее строгими ограничениями, налагаемыми регламентирующей документацией заказчика и конечного пользователя.

1.5 Конкретные параметры, подлежащие оценке, условия и частота испытаний, а также необходимые данные отчетности также должны быть определены пользователем.

1.6 Настоящее практическое руководство может быть использовано для оценки полной системы контроля, включая искательную головку, прибор, межсоединения, зажимные приспособления и связанные с ними сигнальные и вспомогательные устройства, прежде всего в тех случаях, когда такая система используется повторно без изменения или замены. Настоящее практическое руководство не предназначено для использования в качестве замены калибровке или стандартизации прибора или системы для проверки любого материала. Существуют определенные ограничения на использование для данных целей стандартных эталонных блоков.²

1.7 Требуемое испытательное оборудование включает в себя выбранные испытательные блоки и прецизионный внешний аттенуатор (если указано), в дополнение к прибору или системе, подлежащим оценке.

1.8 В документ включены меры предосторожности, связанные с применимостью процедур и интерпретацией результатов.

1.9 Альтернативные процедуры, такие, как примеры, описанные в настоящем документе, или другие, могут быть использованы только с одобрения заказчика.

1.10 *Единицы измерения* — Значения, указанные в системе дюйм-фунт, должны рассматриваться в качестве стандартных. Значения, приведенные в скобках, являются математическим пересчетом их в систему единиц измерения СИ, представляются исключительно в информационных целях и не должны рассматриваться в качестве стандартных.

1.11 *Настоящий стандарт не ставит целью описание всех проблем безопасности, если они имеются, связанных с его использованием. В обязанности пользователя настоящего стандарта входит определение надлежащих методов техники безопасности и охраны труда, а также определение применимости нормативных ограничений перед его использованием.*

2. Ссылочные документы

2.1 Стандарты ASTM:³

E114 Практическое руководство по ультразвуковым эхо-импульсным испытаниям методом прямого пучка

E127 Практическое руководство по изготовлению и контролю стандартных эталонных блоков из алюминиевого сплава для ультразвуковых испытаний

² Beck, K. H., "Ограничения к применению стандартных блоков для периодической и предпроверочной калибровки приборов и систем для ультразвукового контроля", *Materials Evaluation*, том 57, № 3, март 1999 г.

³ Для ознакомления с упомянутыми стандартами ASTM посетите сайт ASTM, www.astm.org, или свяжитесь со Службой заказчиков ASTM по адресу service@astm.org. Для получения информации по *Ежегодному сборнику стандартов ASTM* обратитесь к сводной странице по стандартам на сайте ASTM.

¹ Настоящее практическое руководство находится в ведении Комитета ASTM E07, Неразрушающий контроль, а непосредственную ответственность за него несет Подкомитет E07.06 по Ультразвуковому методу.

Настоящая редакция была утверждена 1 июня 2016 г. Опубликована в июне 2016 г. Первоначально утверждена в 1967 г. Предпоследняя редакция утверждена в 2011 г. под обозначением E317-11. DOI: 10.1520/E0317-16.

*В конце настоящего стандарта имеется раздел «Сводка изменений».

E428 Практическое руководство по изготовлению и контролю эталонных блоков, используемых в ультразвуковых испытаниях, из металлов, отличных от алюминия

E1316 Терминология по неразрушающему контролю

E1324 Руководство по измерению некоторых электронных характеристик приборов для ультразвукового испытания

2.2 Другие стандарты:

IEEE Std 100 *IEEE Стандартный словарь терминов в области электротехники и электроники*⁴

3. Терминология

3.1 *Определения* — Определения терминов, используемых в настоящем практическом руководстве, см. в Терминологии E1316. Другие соответствующие определения можно найти в стандарте IEEE 100.

4. Краткая информация о практическом руководстве

4.1 Система контроля, подлежащая оценке, включает в себя ультразвуковой эхо-импульсный прибор, искательную головку, соединительные кабели и контактную среду; для погружных систем контроля требуются подходящие зажимные приспособления.

4.2 При проверке всей системы, которая будет использоваться для заданного исследования, выбираются условия испытания, согласующиеся с предполагаемым конечным использованием, определенным пользователем.

4.3 Ультразвуковой отклик получают от соответствующих испытательных блоков и представляют в числовом и графическом виде.

5. Значение и применение

5.1 Настоящее практическое руководство описывает процедуры, применимые к цеховым и полевым условиям. Более полные или точные измерения характеристик систем в целом и их составляющих обычно требуют таких лабораторных методик и электронного оборудования как осциллографы и генераторы сигналов. Замена данных методов не исключается; однако их использование не входит в рамки области применения настоящего практического руководства.

5.2 Настоящий документ не устанавливает предельные значения приемки системы и не должен рассматриваться в качестве всеобъемлющих технических условий на оборудование.

5.3 Наряду с включением нескольких важных характеристик, другие, имеющие потенциально важное значение в некоторых случаях применения, не охвачены.

5.4 Поскольку параметры, подлежащие оценке, и применимые условия испытаний должны быть указаны, настоящее практическое руководство должно быть предписано только лицами, знакомыми с технологией ультразвукового неразрушающего контроля, а требуемые испытания должны проводиться либо таким аттестованным специалистом, либо под его наблюдением.

5.5 Реализация может потребовать более подробных методических указаний в зависимости от используемого технического оборудования.

5.6 В случае оценки полной системы выбор конкретных испытаний следует выполнять с осторожностью; если родственные параметры не являются критическими для предполагаемого применения, то их включение может быть неоправданным. Например, линейность по вертикали может не соответствовать испытаниям по принципу «годен-не годен» с использованием стробового сигнала дефекта, в то время как линейность по горизонтали может потребоваться только для

точного измерения глубины или толщины дефекта на экране устройства отображения.

5.7 Не рекомендуется или не указывается какая-либо частота оценки или калибровки системы. Исключительное право на ее определение принадлежит участвующим сторонам и зависит от применения, окружающей среды и стабильности работы оборудования.

5.8 Некоторые разделы применимы только к приборам с регуляторами усиления приемника, калибруемыми в децибелах (дБ). Хотя на различных приборах они могут иногда обозначаться как «усиление», «аттенуатор», или «чувствительность», термин «регуляторы усиления» будет использоваться в настоящем практическом руководстве по отношению к средствам, контролирующим конкретно усиление приемника прибора, но не включающим в себя отбраковку, электронную компенсацию расстояния-амплитуды или автоматическую регулировку усиления.

5.9 Данные процедуры обычно могут быть применены к любой комбинации прибора и искательной головки наиболее часто используемых типов и частоты, а также к большинству видов исследования прямым пучком, контактным методом или методом погружения. Некоторые пункты также совместимы с методиками наклонного пучка, катящегося пучка, линии задержки и раздельно-совмещенной искательной головки. Их использование, однако, должно быть взаимно согласовано и указано в отчете об испытаниях.

5.10 Действительность полученных результатов будет зависеть от прецизионности показаний устройства отображения прибора. Она считается равной $\pm 0,04$ дюйма (± 1 мм), давая читаемость от 1 до 2 % от полной шкалы для имеющихся в наличии приборов с подходящими масштабными сетками и резкостью экрана.

6. Процедуры получения данных по ультразвуковому отклику

6.1 Общие сведения:

6.1.1 Процедура, использующая данный документ в качестве руководства, должна быть подготовлена для каждого конкретного вида прибора или системы, подлежащих оценке. Для каждой процедуры из регламентирующей документации определите диапазон контроля прибора, подлежащего оценке, выберите соответствующую искательную головку, зажимные приспособления и испытательные блоки, а также установите требуемые условия отображения информации. Если не требуется иное, для большинства регуляторов панели управления предлагаются средние значения, а режим «отбраковки» должен быть отключен, если не требуется оценка именно данного параметра. Может быть желательным изменение значения регуляторов прибора по сравнению с данными начальными значениями. При подобном изменении настроек регуляторов важно наблюдать и указывать в отчете информацию о любом аномальном влиянии на оцениваемые параметры.

6.1.2 Когда процедура требует изменения значения усиления приемника путем использования калиброванного регулятора, предполагается, что регуляторы, повышающие чувствительность при более высоких показаниях панели, обозначены как «усиление», а те, которые уменьшают чувствительность при более высоких показаниях, обозначены как «ослабление». Точные (эталонные) регуляторы усиления, если таковые имеются, иногда не калибруются в децибелах и увеличивают чувствительность при повороте по часовой стрелке.

6.1.3 Хотя процедуры в настоящем практическом руководстве не описывают использование электронной компенсации расстояния-амплитуды, ее использование не исключается. Если она используется для влияния на любую характеристику или их сочетание, измеренные в рамках данного документа, то все характеристики должны быть

⁴ Опубликовано Wiley-Interscience, New-York, NY.

оценены с тем же уровнем компенсации, который был использован для любой из них, и данный уровень следует указать в отчете. По желанию участвующих сторон может быть получен двойной набор данных, как с компенсацией расстояния-амплитуды, так и без нее.

6.1.4 Если экран устройства отображения не обеспечивает подходящую внутреннюю масштабную сетку, и выполняются измерения отклонения, зафиксируйте глаз относительно внешней шкалы, чтобы свести к минимуму параллакс. Настоящее практическое руководство предполагает прецизионность показаний в пределах 2 % от полной шкалы. Если по какой-либо причине это не представляется возможным для испытываемой системы, оцените вероятную точность и включите ее в отчет. Читаемость иногда может быть улучшена путем использования внешней шкалы, прикрепленной к экрану устройства отображения, имеющей от 50 до 100 делений на полной шкале.

6.1.5 Для приборов, предоставляющих цифровое показание амплитуды сигнала, заданная производителем точность, если таковая имеется, должна быть отмечена в отчете.

6.1.6 В случае выполнения испытаний контактным методом, надежно закрепите искательную головку и убедитесь, что изменения контактной среды не оказывают заметного негативного влияния на результаты. См. также Практическое руководство E114.

6.1.7 При использовании метода погружения обеспечьте достаточное время для термостабилизации; удалите пузырьки и частицы с искательной головки и поверхностей для испытаний, поддерживайте манипулятор искательной головки и испытательные блоки в устойчивом положении.

6.2 *Предельное значение и линейность по горизонтали:*

6.2.1 *Значение* — Предельное значение и линейность по горизонтали имеют значение при необходимости определения глубины несплошности. Заданная минимальная длина линии развертки обычно необходима для получения требуемой читаемости по горизонтали. Нелинейность линии развертки может повлиять на точность определения глубины или толщины дефекта, выполняемого непосредственно с экрана устройства отображения.

6.2.2 *Оборудование* — Требуется испытательный блок, который будет давать несколько (предпочтительно одиннадцать) неинтерferирующих многократных обратных отражений для диапазона развертки и других требуемых условий испытания (см. Рис. 1). Как правило, будет подходить любой блок с хорошим пропусканием ультразвука, плоскими параллельными поверхностями и толщиной около одной десятой части заданного диапазона развертки. Алюминиевые блоки, показанные в Таблице 1, будут удовлетворительными для средних частот и настроек развертки на большинстве приборов, когда луч направляется по толщине *T*. Для других

испытательных частот или очень больших искательных головок могут требоваться другие размеры блоков или другие конструкции блоков для устранения явления интерференции. Используемая система контактной среды, контактная или погружная, должна обеспечивать стабильные индикации в процессе измерений. Требуется горизонтальная шкала, обеспечивающая точность показаний, указанную в п. 6.1.4, или, если это предусмотрено, может быть использован цифровой индикатор глубины индикации.

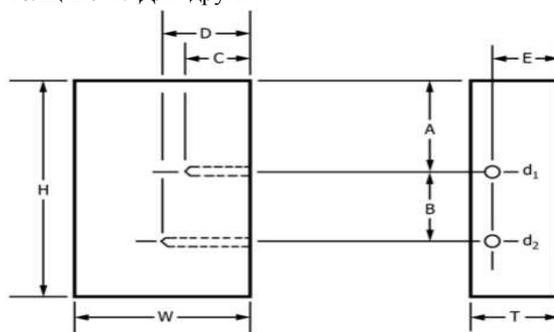
ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Для этой цели может использоваться герметизированный узел «преобразователь-мишени».

6.2.3 *Процедура* — Соедините подходящий блок с искательной головкой таким образом, чтобы звуковой луч не пересекал какие-либо испытательные отверстия. Скорректируйте усиление прибора, регуляторы задержки начала развертки и длины развертки для отображения одиннадцати неинтерferирующих обратных отражений. Установите амплитуду каждого обратного отражения на 50 % от полной шкалы перед измерением его положения. Затем скорректируйте регуляторы развертки (диапазон, центрирование или задержка) до положения переднего края третьего и девятого обратных отражений на делениях шкалы 20 и 80 % соответственно (с каждым набором значений, в свою очередь, с расположением на 50 % от полной шкалы). После того как третье и девятое отражения будут расположены точно на делениях 20 % и 80 %, как описано, считайте и запишите положения на шкале каждой кратной волны. В ином случае, если задержка начала развертки не доступна, расположите второе и восьмое обратные отражения на делениях шкалы 20 и 80 % соответственно; считайте и запишите положения на шкале начала начального импульса и оставшихся кратных волн. Для калибровки цифрового показания по горизонтали на приборах, оборудованных подобным образом, данная процедура потребует определения «стрибирующего сигнала» для обеспечения индикации от каждого требуемого отражения.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Больше или меньше число отражений может использоваться путем соответствующего изменения процедуры. Например, шесть обратных отражений может быть использовано, если при использовании одиннадцати получены помехи от эхо-сигналов, в случае чего второе обратное отражение располагают на отметке шкалы 20 %, а пятое обратное отражение — на отметке шкалы 80 %. Измерение горизонтального положения каждого многократного эхо-сигнала должно выполняться с одинаковой амплитудой на переднем крае индикации. Может быть выбрано любое конкретное значение, если оно используется постоянно. Обычно используются значения разрыва линии развертки, половины амплитуды или пика сигнала.

6.2.4 *Интерпретация данных:*

6.2.4.1 Предельное значение по горизонтали задается максимальной доступной длиной линии развертки, попадающей в пределы линий масштабной сетки устройства



Материал: алюминий 7075T6

Просверленные отверстия пробки из нерастворимой в воде пластмассы.

РИС. 1 Рекомендуемые испытательные блоки для оценки линейности по горизонтали и вертикали

ТАБЛИЦА 1 Размеры блоков для испытаний на линейность

| | Таблица размеров | | | |
|----------------------|---|--------|--|--------|
| | Блок в традиционной американской системе единиц (дюймы) | | Блок в метрической системе единиц (мм) | |
| | Размер | Допуск | Размер | Допуск |
| A | 1,25 | 0,05 | 32 | 1 |
| B | 1,00 | 0,05 | 25 | 1 |
| C | 0,75 | 0,05 | 19 | 1 |
| D | 1,00 | 0,05 | 25 | 1 |
| E | 0,75 | 0,05 | 19 | 1 |
| H | 3,00 | 0,05 | 75 | 1 |
| T | 1,00 | 0,01 | 25 | 0,2 |
| W | 2,00 | 0,05 | 50 | 1 |
| d_1 и d_2 | Диам. 0,047 | 0,005 | Диам. 1,2 | 0,1 |
| Все поверхности: | | | | |
| Плоскость | ... | 0,001 | ... | 0,02 |
| Параллельность | ... | 0,001 | ... | 0,02 |
| Качество поверхности | 63 мкдюйма или более гладкая | | 1,5 мкм или более гладкая | |

отображения или соответствующих предельных значений цифрового индикатора, выраженных в линейных единицах измерения (в дюймах или миллиметрах). Если не указано иное, также предполагается, что он составляет 100 % от полной шкалы. Невозможность получения развертки на весь экран может указывать на неисправность оборудования. Если причиной оказывается неисправность оборудования, перед продолжением оценки прибор должен быть отремонтирован.

6.2.4.2 Результаты испытания на линейность могут быть представлены в форме таблицы или, предпочтительно, изображены в виде графика, как показано на Рис. 2. Отклонение задается смещением (в % от полной шкалы) от прямой линии, проходящей через контрольные точки, представляющие идеальную линейность. Для показанной диагностической точки (шестая кратная волна при 55 % от полной шкалы) погрешность составляет 5 % от полной шкалы. Максимальная нелинейность задается диагностической точкой «наихудшего случая». Линейный диапазон задается набором смежных точек, попадающих полностью в рамки указанного допуска.

6.3 Предельное значение и линейность по вертикали:

6.3.1 Значение — Предельное значение и линейность по вертикали имеют значение, когда амплитуды эхо-сигнала должны быть определены с экрана устройства отображения или на основании соответствующих аналоговых или цифровых выходных сигналов и должны быть использованы для оценки несплошностей или критериев приемки. Указанное

минимальное отклонение линии развертки или цифровой эквивалент и предельное значение линейности могут потребоваться для достижения желаемой точности амплитуды. Для других ситуаций они могут быть не важны, например, для исследования по принципу «годен/не годен» с оповещением о дефектах или для оценки путем сравнения с эталонным уровнем с использованием откалиброванных регуляторов усиления. Настоящее практическое руководство описывает как методику соотношения двух сигналов (Метод А), так и методику входного/выходного аттенуатора (Метод В). Оба метода предполагают, что испытательные индикации, используемые для измерения, свободны от интерференций, возникающих вследствие близлежащих сигналов, таких как начальный импульс, эхо-сигнал от границы раздела сред или соседние кратные волны. Если линейность представляет интерес в таких условиях, например, для приповерхностных сигналов, она может быть оценена посредством процедуры, описанной в п. 6.4.3. Метод А (методика соотношения) будет раскрывать только нелинейность, возникающую в цепи прибора между регуляторами усиления, используемыми для настройки амплитуды, и устройством отображения. Метод В (методика входа/выхода) оценивает всю систему приемника/устройства отображения при постоянном усилении, установленном первоначально посредством регуляторов панели. По причине этого и других различий оба метода не могут давать идентичные результаты для диапазона линейности. Кроме того, метод А не может выявить некоторые виды нелинейного отклика, показанные в Методе В.

6.3.2 Метод А:

6.3.2.1 Оборудование — Настоящий метод применим только если не доступен откалиброванный внешний аттенуатор для Метода В, описанный в п. 6.3.3.1. Требуется испытательный блок, производящий два неинтерферирующих сигнала с соотношением амплитуд 2 к 1. Они сравниваются по всей полезной высоте экрана при изменении усиления прибора. Две амплитуды будут обозначаться как H_A и H_B ($H_A > H_B$). Два сигнала могут возникать в любом порядке на экране и не обязательно должны быть последовательными, если являются частью шаблона многократного эхо-сигнала. Если в регламентирующем документе не указано иное, может использоваться любой испытательный блок, который будет производить такие сигналы при указанных номинальных испытательных настройках. Для многих часто используемых испытательных головок и условий испытаний испытательный блок, показанный на Рис. 1, как правило, будет удовлетворительным, когда лучок направлен вдоль размера H в направлении двух отверстий. Метод применим к испытаниям контактным методом или методом погружения; однако при наличии выбора, последний может быть предпочтителен для простоты настройки и стабильности соединения.

Примечание 3 — Для данной цели может использоваться герметизированный узел «преобразователь-мишени».

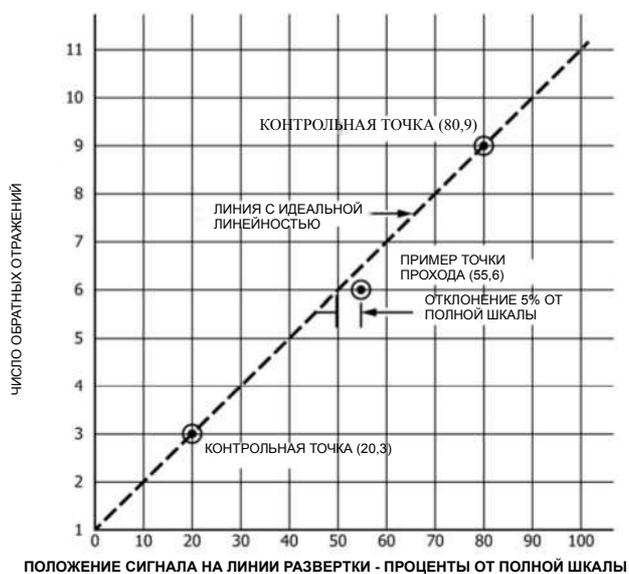


РИС. 2 Пример графика данных для определения линейности по горизонтали

6.3.2.2 Процедура — Для получения данных испытания расположите искательную головку так, чтобы были получены два эхо-сигнала с соотношением амплитуд приблизительно 2 к 1. Определите наличие достаточного диапазона регуляторов усиления для изменения H_A (большой) от 10 до 100 % от полной шкалы. Управляйте искательной головкой и скорректируйте регуляторы прибора до соответствия H_A и H_B условиям, указанным в Таблице 2. Желательно использовать рекомендуемые значения по причине максимальной простоты представления и оценки данных. Тем не менее, сложности определения расположения или отсутствие тонкого регулятора усиления или длины импульса могут не позволить получить точные значения. После указания оптимальных условий настройки закрепите искательную головку на месте, соблюдая меры предосторожности, приведенные в п. 6.1. Пошагово скорректируйте регуляторы усиления, устанавливая H_A с приращением, меньше или равным 10 %, от 10 до 100 % от полной шкалы. Считайте и запишите значения H_A и H_B с точностью, заданной в п. 6.1.4.

ПРИМЕЧАНИЕ 4 — Для лучшего определения характеристики чувствительности, в частности вблизи верхнего и нижнего предельных значений, могут быть сняты дополнительные показания с меньшим шагом усиления.

6.3.2.3 Интерпретация данных — Предельное значение по вертикали задается максимальным отклонением по вертикали (от линии развертки до пика для видео и от пика до пика для радио) в пределах полезной масштабной сетки или диапазона цифрового выхода, который может быть получен от большого отражателя (например, поверхности испытательного блока) при увеличении усиления. Укажите это в отчете в линейных единицах измерения (дюймы или миллиметры) и отметьте эквивалентные деления масштабной сетки. Если не указано иное, также предполагается, что он составляет 100 % от полной шкалы. Невозможность получения развертки на весь экран может указывать на неисправность оборудования. Если причиной оказывается неисправность оборудования, перед продолжением оценки прибор должен быть отремонтирован. Результаты испытания на линейность могут быть представлены в форме таблицы или, предпочтительно, изображены графически. Если в регламентирующем документе не указано иное, диапазон линейности по вертикали должен быть определен графически с использованием метода, показанного на Рис. 3. Если предпочтительное условие настройки ($H_A = 60$ % от полной шкалы, $H_B = 30$ % от полной шкалы) устанавливается на начальном этапе, результаты испытания могут быть изображены непосредственно на показанных шкалах. Предельные линии обеспечивают градуированный допуск для значения H_B , составляющий от ± 1 деления на графике, начиная с контрольной точки (для обеспечения

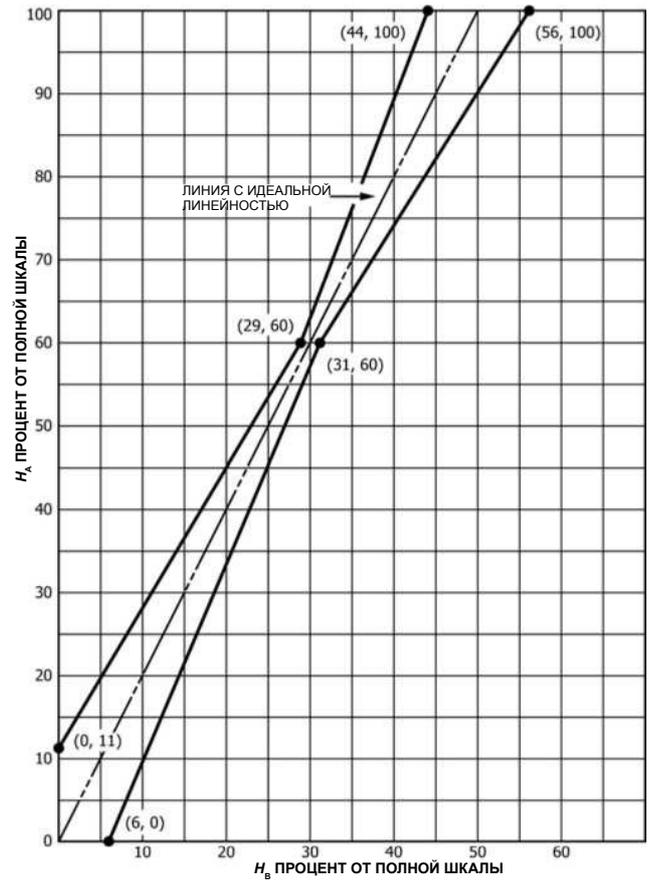


Рис. 3 График данных для определения диапазона линейности по вертикали методом А (методика соотношения)

погрешности показания) до ± 6 делений для экстремумов. Идеальная линейность определяется прямой линией, идущей от начала координат через любые контрольные точки до значения полной шкалы. Линейный диапазон определяют соединяя смежные точки данных и отмечая первые местоположения выше и ниже контрольных точек, пересекающих предельные линии. Верхнее предельное значение линейности задается соответствующим значением для H_A , а нижнее предельное значение задается соответствующим значением для H_B . Если рекомендуемые контрольные значения не были получены, новая линия линейности и соответствующие предельные значения должны быть построены в соответствии с тем же подходом.

ПРИМЕЧАНИЕ 5 — Если в регламентирующем документе указано представление результатов испытаний в форме соотношения (то есть, H_A/H_B в зависимости от H_A), необходимые значения могут быть рассчитаны на основании данных таблицы и представлены в любом указанном формате. Для установления предельных значений линейности также должны быть указаны требуемые допуски.

ПРИМЕЧАНИЕ 6 — Если масштабная сетка прибора не может быть прочитана непосредственно в % от полной шкалы, зарегистрированные значения H_A и H_B должны быть преобразованы в проценты от полной шкалы перед построением графика. Если это не выполнено, должны быть построены новые координаты с соответствующей шкалой и предельными линиями.

6.3.3 Метод В:

6.3.3.1 Оборудование — Данный метод требует использования вспомогательного внешнего ступенчатого аттенуатора, отвечающего следующим минимальным требованиям, которые обычно сертифицируются поставщиком:

| | |
|-----------------|--------------------------------|
| Диапазон частот | от постоянного тока до 100 МГц |
| Ослабление | от 0 до 80 дБ с шагом 1 дБ |
| Сопротивление | 50 или 75 Ом |
| Точность | $\pm 0,2$ дБ на шаг 20 дБ |

Прибор должен работать в режиме теневого метода с аттенуатором между источником принимаемого сигнала и

Таблица 2 Диапазон линейности по вертикали по Методу А с использованием методики двух сигналов (соотношения) с начальными значениями для H_A и H_B , дающими соотношения от 1,8 до 2,2

ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Рекомендуемые значения настройки позволяют определить диапазон линейности по вертикали непосредственно на основании графика данных на Рис. 3.

| H_A % от полной шкалы | H_B % от полной шкалы |
|-------------------------|-------------------------|
| Рекомендуемые значения | |
| 60 | 30 |
| Допустимо | |
| 65 | 30–36 |
| 64 | 29–36 |
| 63 | 29–35 |
| 62 | 28–34 |
| 61 | 27–34 |
| 60 | 27–33 |
| 59 | 27–33 |
| 58 | 26–32 |
| 57 | 26–32 |
| 56 | 25–31 |
| 55 | 25–31 |

входным гнездом приемника, как показано на Рис. 4. Может использоваться конфигурация как с одной, так и с двумя искательными головками. Атенюатор должен быть подключен ко входу приемника посредством коаксиального кабеля, имеющего то же сопротивление, что и аттенюатор и оконечный резистор. Однако в результате возникнет незначительная погрешность, если короткие отрезки, то есть 6 футов (1,8 м) или менее, наиболее часто используемых кабелей с малой емкостью используются на средних испытательных частотах. Оконечный резистор должен быть экранированным, безындукционным резистором, предпочтительно установленным в коаксиальный разъем. См. Примечание 7 относительно ошибок концевой заделки. В конфигурации с одной искательной головкой генератор импульсов шунтируется входом аттенюатора. Поэтому, чтобы изолировать генератор импульсов и защитить аттенюатор, при превышении скорости передачи на входе может быть желателен использование гасящего резистора. При использовании схемы с двумя искательными головками дальнейшая изоляция не требуется. Длина пути, обеспечиваемая испытательной средой, должна быть достаточной для отделения исходного импульса (или любых перекрестных помех прибора) от требуемого сигнала, как правило, от первого обратного отражения или эхо-сигнала от границы раздела сред (метод с одной искательной головкой) или от первого переданного сигнала (метод с двумя искательными головками). Для большинства испытательных ситуаций общий путь в материале 2 дюйма (50 мм) воды или 6 дюймов (150 мм) металла, такого как алюминий, будет удовлетворительным.

Примечание 7 — Предполагается, что, как это характерно для большинства коммерческих приборов, при работе в режиме теневого метода, сопротивление на входе приемника является большим (по крайней мере в десять раз) по сравнению с сопротивлением на входе аттенюатора. Обычно это может быть определено на основании руководства или информации от производителя, а оконечный резистор может быть соответствующим образом отрегулирован. Тем не менее, когда возникает сомнение как минимум один шаг 20 дБ должен всегда оставаться в аттенюаторе, и ошибки оконечного резистора будут незначительными. Правильная работа аттенюатора может быть проверена путем определения, что любое сочетание шагов с эквивалентным значением производит одинаковое изменение сигнала. Например, увеличение ослабления от 20 до 26 дБ должно производить такое же изменение отображаемого сигнала, как увеличение от 30 до 36 дБ.

6.3.3.2 Процедура — С ослаблением внешнего аттенюатора около 30 дБ скорректируйте развертку прибора и регуляторы усиления на получение отклонения от центра экрана 50 % от полной шкалы в пределах допуска на читаемость (то есть, 2 %

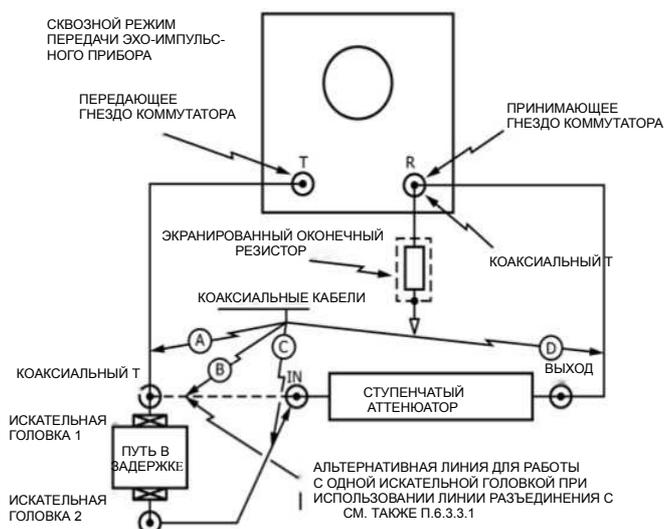


РИС.4 Рекомендованная конфигурация системы для определения линейности по вертикали (Метод В) и калибровки регуляторов усиления

от полной шкалы или лучше). Снижайте внешнее ослабление с шагом 1 дБ, пока не будет достигнуто отклонение на полную шкалу и запишите амплитуду сигнала для каждого шага в процентах от полной шкалы. Сбросьте внешний аттенюатор, чтобы снова получить 50 % от полной шкалы и увеличивайте внешнее ослабление с шагом 2 дБ для пяти шагов, а затем с шагом 4 дБ, до фактического исчезновения сигнала; записывайте амплитуды сигнала для каждого шага.

Примечание 8 — Меньшее приращение ослабления может быть использовано для более точного определения отклика линейности. Дополнительные значения приведены в Таблице 3.

6.3.3.3 Интерпретация данных — Отклонения от идеальной линейности могут быть определены либо путем сравнения с табличными значениями, либо графически. Линейный диапазон по вертикали может затем быть определен для любого указанного отклонения, как правило, указанного в процентах от полной шкалы. Настоящее практическое руководство, если не изменено регламентирующим документом, задает допуск $\pm 5\%$ от полной шкалы при определении верхнего и нижнего предельных значений линейности. Кроме того $\pm 1\%$ от полной шкалы допускается для ошибки считывания. Чтобы использовать табличный метод, показания амплитуды, полученные для каждого шага, вычитаются из показаний амплитуды для соответствующего шага аттенюатора, указанного в Таблице 3. Разность (которая может быть положительной или отрицательной) представляет собой отклонение от идеальной линейности в процентах от полной шкалы. Линейный диапазон распространяется от самого низкого до самого высокого значения последовательных значений амплитуд, попадающих в рамки заданных предельных значений. Графические методы требуют либо логарифмических шкал, либо расчета обращенного логарифма для получения прямого графика линейности. Предпочтительный формат, удобный для использования, показан на Рис. 5. Отклонение от идеальной линейности можно считать непосредственно в процентах от полной шкалы, а диапазон линейности по вертикали установить посредством изображенных предельных линий. Другие предельные линии для любых заданных допусков могут быть построены аналогичным образом.

6.4 Разрешение:

6.4.1 Значение — Разрешение по глубине имеет значение, когда важно выявить и определить количество отражателей, расположенных близко друг к другу вдоль оси глубины, являются ли они внутренними несплошностями или несплошностью и границей. Данная процедура связана только с разрешением поверхности ввода и задней поверхности. Так как иногда может требоваться линейность по вертикали сигналов в областях интерференций (например, вблизи поверхностных индикаций), предусматривается также возможность для проверки. Разрешение, определенное настоящим практическим руководством, включает в себя комбинированное влияние прибора, искательной головки и межсоединений и, следовательно, является проверкой системы в отношении конкретных используемых составляющих и условий испытаний.

6.4.2 Оборудование — Выберите испытательные блоки, обеспечивающие расстояния в металле, соответствующие разрешающей способности, и диаметры отверстий, указанные в регламентирующем документе или процедуре периодической проверки для конкретной системы или типа прибора, подлежащего проверке. Для сравнительных оценок блоки могут быть выполнены из любого согласованного материала, однако, если требуются значения для конкретного применения испытаний, блоки должны быть изготовлены из материала, имеющего ультразвуковые свойства, аналогичные проверяемому объектам. Характеристики образцов, такие как металлургическая структура, контур, состояние поверхности и размеры, могут оказать существенное влияние на результаты. Кроме того, искательная головка, испытательная частота и условия эксплуатации являются основными факторами.

Таблица 3 Определение диапазона линейности по вертикали методом В с использованием методики входа/выхода с внешним аттенуатором

| Зависимость вертикальной амплитуды сигнала от относительного ослабления | | | | | | | |
|---|--------------|--------------|------------------|--------------------------------|------------|------------|------------------|
| Уменьшение внешнего ослабления | | | | Увеличение внешнего ослабления | | | |
| -дБ | H_R^A % fs | H_T^B % fs | $H_R - H_T$ % fs | +дБ | H_R % fs | H_T % fs | $H_R - H_T$ % fs |
| 0 | 50 | 50 | 0 | 0 | 50 | 50 | 0 |
| 0,5 | | 53 | | 1 ^c | | 45 | |
| 1,00 | | 56 | | 2 | | 40 | |
| 1,5 ^c | | 59 | | 3 ^c | | 35 | |
| 2,0 | | 63 | | 4 | | 32 | |
| 2,5 ^c | | 67 | | 5 ^c | | 28 | |
| 3,0 | | 71 | | 6 | | 25 | |
| 3,5 ^c | | 75 | | 7 ^c | | 22 | |
| 4,0 | | 79 | | 8 | | 20 | |
| 4,5 ^c | | 84 | | 9 ^c | | 18 | |
| 5,0 | | 89 | | 10 | | 16 | |
| 5,5 ^c | | 94 | | 12 ^c | | 13 | |
| 6,0 | | 100 | | 14 | | 10 | |
| 6,5 ^d | | 106 | | 16 ^c | | 8 | |
| 7,0 ^d | | 112 | | 18 | | 6 | |
| 7,5 ^d | | 119 | | 20 ^c | | 5 | |
| 8,0 ^d | | 126 | | 22 | | 4 | |
| ... | | ... | | 24 ^c | | 3 | |
| ... | | ... | | 26 | | 2,5 | |
| ... | | ... | | 28 ^c | | 2 | |
| ... | | ... | | 30 | | 1,5 | |
| ... | | ... | | 32 ^c | | 1,2 | |
| ... | | ... | | 34 | | 1,0 | |

^A H_R Считанные значение вертикальной индикации на испытательном крепежном приспособлении.

^B H_T Теоретическое значение для идеального линейного отклика.

^C Рекомендуемые дополнительные приращения аттенуатора.

^D Приращения, возможно, требуемые для отклонения на полную шкалу.

Многие типы испытательных блоков использовались для измерений разрешения, включая (1) стандартные эталонные блоки из алюминиевого сплава, указанные в Практическом руководстве E127, (2) эталонные блоки из стали или сплавов других металлов, изготовленные в соответствии с Практическим руководством E428, (3) различные имеющиеся в продаже «блоки для измерения разрешения», имеющие множество испытательных отверстий, надрезов и т.д., а также (4) специальные конструкции, отвечающие требованиям пользователя/поставщика. Использование алюминиевых эталонных блоков типа ASTM рекомендуется для определения разрешения поверхности ввода, когда это применимо, например, для сравнительных испытаний или контроля изделий из алюминия. В настоящее время нет эквивалентных блоков для испытаний разрешения дальних поверхностей. Когда должно быть определено разрешение как для поверхностей ввода, так и для дальних поверхностей для конкретных материалов, размеров отверстий и расстояний испытания, обычно требуется один или несколько специальных испытательных блоков. Когда это возможно, может быть желательно иметь все необходимые испытательные отверстия в одном блоке для простоты настройки и испытания. Рекомендуемая конфигурация показана на Рис. 6.

6.4.3 Процедура — На основании регламентирующего документа определите требуемые блоки, частоту, искательную головку и условия испытаний. Выберите блок с испытательным отверстием, определяющим используемую чувствительность испытания, как правило, это чувствительность, необходимая для получения амплитуды, равной 80 % от полной шкалы для наиболее длинного расстояния в металле. С использованием данного блока скорректируйте настройку регуляторов прибора, устанавливая чувствительность системы на указанный уровень без чрезмерной потери разрешения. Для получения оптимальных эксплуатационных характеристик чувствительности/разрешения часто будет необходима корректировка длительности импульса, а также одного или нескольких регуляторов усиления. При испытании методом погружения убедитесь, что искательная головка расположена сбоку для максимальной амплитуды сигнала от отверстия и выровнена перпендикулярно границе раздела сред. Кроме пиковых значений на границе раздела сред в дальнейшей не может использоваться меньшее усиление, хотя большее может потребоваться, в соответствии с описанием. Разрешение поверхности ввода или дальней поверхности определяется

следующим образом. Используя установленную чувствительность, переместите искательную головку над каждым указанным отверстием для оптимизации индикации, снова убедившись, что сигнал от границы раздела сред доводится до максимума путем выравнивания искательной головки (при необходимости, с пониженной чувствительностью). Если индикация от любого требуемого испытательного отверстия не достигает пика при 80 % от полной шкалы или более, увеличьте чувствительность, пока это не произойдет. Если не указано иное, отверстие считается разрешенным в данных условиях, если его индикация четко отделена от индикации соседней границы раздела сред, до как минимум 20 % от полной шкалы, и нет никаких остаточных индикаций более 20 % от полной шкалы на протяжении всей области испытания при изменении положения искательной головки для устранения сигнала от испытательного отверстия. Данные условия представлены на Рис. 7. Когда выполнить это невозможно по причине ограниченных размеров блока, используйте блок подобного типа, имеющий значительно больший путь в металле. Если ни один метод не может быть использован, оцените остаточный шум в непосредственной близости от сигнала отверстия и отметьте данное ограничение в отчете об испытании. Если также должна быть определена линейность в ближайшей области поверхности, например, для оценки в зоне восстановления приемника, как показано на Рис. 8, выполните следующие действия: скорректируйте регуляторы прибора так, чтобы амплитуда разрешенного сигнала составляла 80 % от полной шкалы, а затем уменьшайте чувствительность с небольшими приращениями с использованием откалиброванного регулятора усиления, пока амплитуда сигнала не составит 20 % от полной шкалы. Запишите требуемое изменение усиления (в децибелах). Приложение X1 содержит рекомендуемые размеры для конкретной конструкции блока типа, изображенного на Рис. 6, которая, как предполагается, соответствует требованиям к испытанию для измерения разрешения, указанным в ряде распространенных стандартов для проверки материалов.

Примечание 9 — Хотя приведенная выше процедура не описывает использование электронной компенсации расстояния-амплитуды, ее использование не исключается и может приводить к получению существенно улучшенного эффективного разрешения. Тем не менее, при ее использовании необходимо следовать процедурам, описанным в п. 6.1.3.

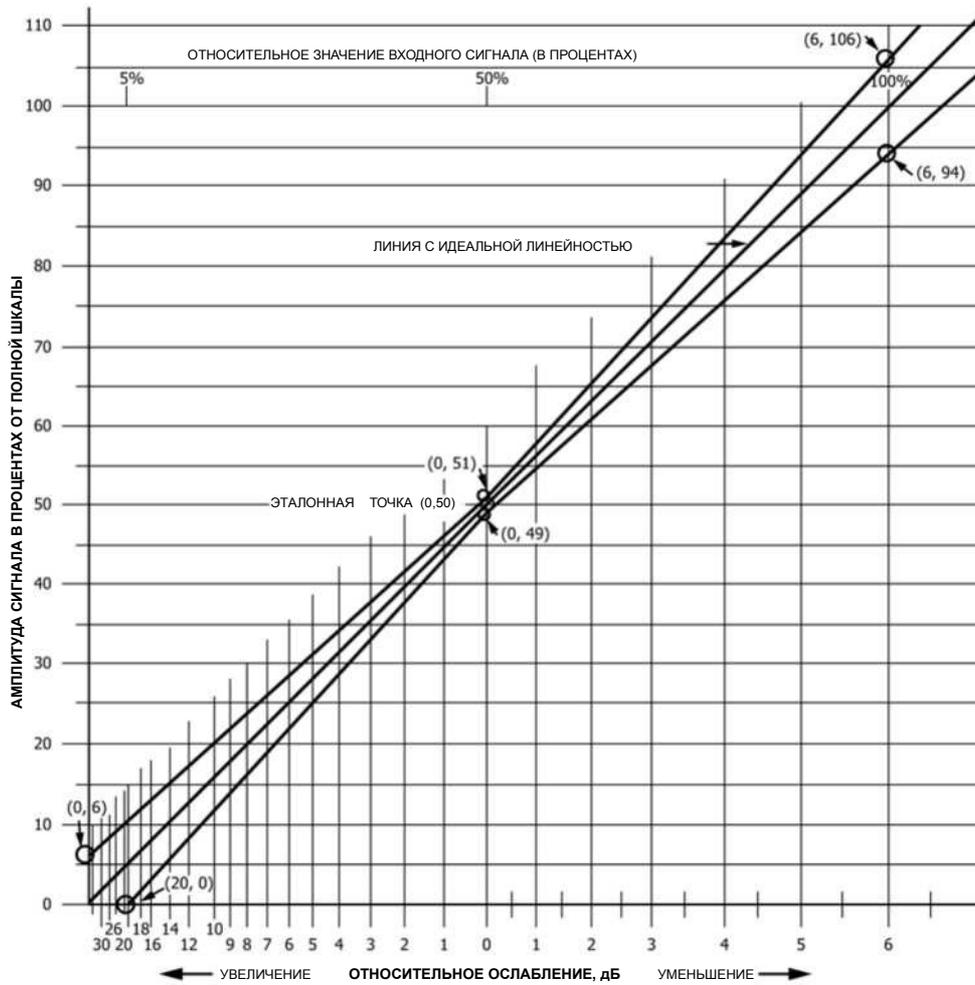
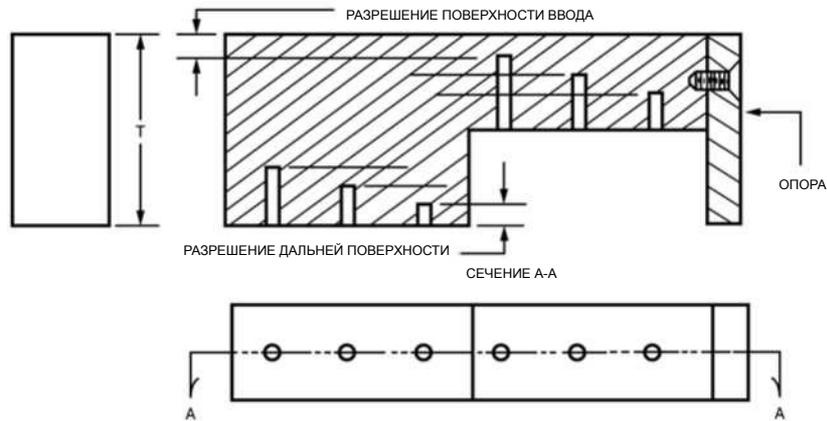


РИС. 5 График данных для определения линейности по вертикали по методу В (методика входа/выхода)



ПРИМЕЧАНИЕ 1 — Материал, толщина T , диаметры отверстий и шероховатость поверхности, как указано в требованиях к испытаниям.
 ПРИМЕЧАНИЕ 2 — Одно или несколько глухих отверстий расположенных на таком расстоянии, чтобы избежать помех, и закупоренные на концах.

РИС. 6 Рекомендуемая конфигурация блока для измерения разрешения

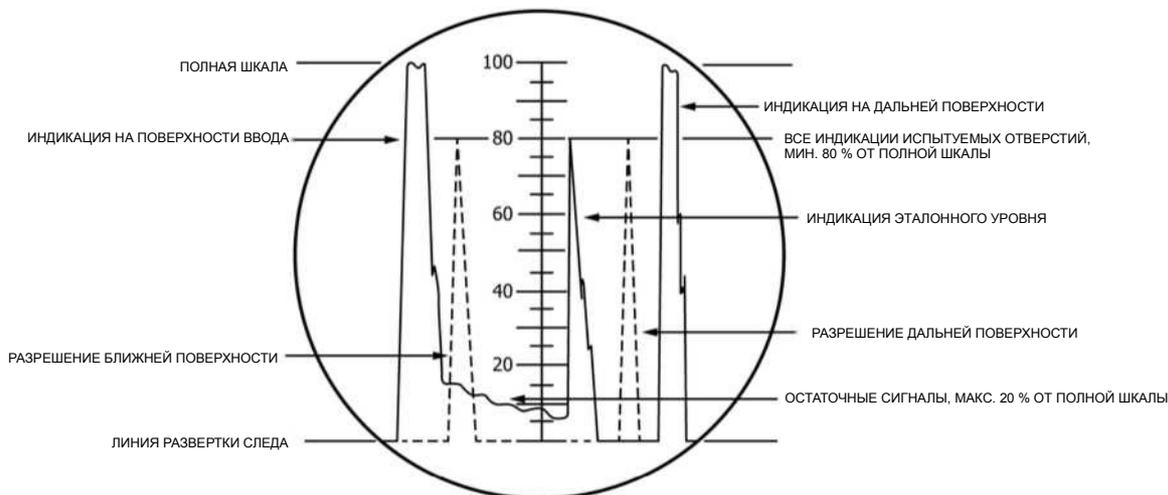


РИС. 7 Типичный отклик на устройстве отображения для определения разрешения ближней и дальней поверхностей

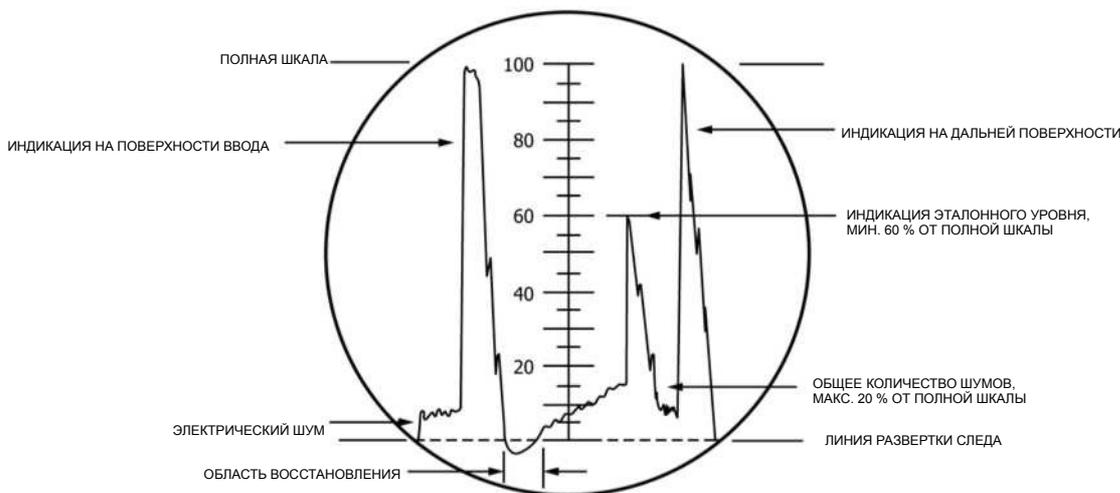


РИС. 8 Типичный отклик на устройстве отображения для определения чувствительности и шума

6.4.4 *Интерпретация данных* — Разрешение поверхности ввода или дальней поверхности задается расстоянием в металле от дна испытательного отверстия до соответствующей поверхности, диаметром отверстия и эталоном, используемым для установления чувствительности испытания (если он отличается от указанного отверстия блока для измерения разрешения). Нелинейность отклика в разрешенном диапазоне испытания выражается разностью в децибелах между 12 дБ и пошаговым изменением усиления, необходимым для уменьшения индикации от испытательного отверстия от 80 до 20 % от полной шкалы. В отчете также должны быть полностью идентифицированы используемые испытательные блоки, соответствующие отверстия, искательная головка и параметры испытания.

6.5 *Чувствительность и шум:*

6.5.1 *Значение* — Чувствительность является мерой способности испытательной системы к обнаружению несплошностей, производящих относительно низкоамплитудные сигналы в связи с их размером, геометрией или расстоянием. Шум может ограничивать возможность обнаружения несплошностей, маскируя их индикации. Его источник может быть электрическим или акустическим, и если его причиной являются индикации от структуры материала, он представляет собой возможное ограничение метода испытаний, а не приборов. Как правило, чувствительность, разрешение и соотношение «сигнал-шум» являются взаимозависимыми и должны оцениваться в аналогичных условиях испытания.

6.5.2 *Оборудование* — Если в регламентирующем документе не указано иное, используют испытательные блоки, выбранные из набора стандартных эталонных блоков из

алюминиевого сплава для области/амплитуды, отвечающих требованиям Практического руководства E127. Как обсуждалось в п. 6.4.2, такие блоки могут обеспечить основу для сравнения для оценки эксплуатационных характеристик системы, но если требуются данные для других конкретных материалов или условий испытаний, должны быть использованы соответствующие специальные блоки. Когда применимы алюминиевые блоки типа E127, следующий выбор предлагается для определения вероятного минимального размера обнаружимого отверстия:

| | | | |
|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Испытательная частота, МГц | от 0,4 до 1,5 | от 1,0 до 2,5 | от 2,0 до 10,0 |
| Обозначение блока | от 5-0300 до 8-0300 | от 2-0300 до 6-0300 | от 1-0300 до 5-0300 |

6.5.3 *Процедура* — С чувствительностью прибора, установленной на максимум, определите минимальный размер отверстия, который будет давать индикацию с амплитудой как минимум 60 % от полной шкалы и шум на линии развертки в области испытания не более 20 % от полной шкалы. Типовое устройство отображения прибора показано на Рис. 8. Если позволяют размеры испытательного блока, переместите искательную головку далеко от отверстия и определите, что шум в том же месте, что и индикация, не превышает 20 % от полной шкалы. В противном случае следуйте процедуре в п. 6.4.3 для определения остаточного шума. Запишите номер блока, уровень шума и амплитуду сигнала, если она превышает 60 % от полной шкалы. Если шум при максимальной чувствительности превышает 20 % от полной шкалы, уменьшите усиление до получения 20 % от полной шкалы и определите наименьшее отверстие, которое затем будет

производить индикацию с амплитудой 60 % от полной шкалы или больше. Запишите номер блока, уровень шума, амплитуду сигнала, а также уменьшенное значение усиления (в децибелах). Если индикация от наименьшего доступного отверстия превышает 100 % от полной шкалы, используйте регулятор усиления, чтобы понизить индикацию от отверстия до 60 % от полной шкалы, и запишите оставшееся доступное усиление (в децибелах), которое не вызывает превышение шумом 20 % от полной шкалы.

Примечание 10 — Если при этом необходимо использование некалиброванного регулятора усиления, используйте откалиброванный аттенуатор прибора, при его наличии, или подходящий внешний аттенуатор для определения применимых коэффициентов уменьшения усиления (в децибелах), используя положения регулятора усиления как определено выше, и подходящую индикацию отражателя на экране. См. п. 6.6.3 для использования внешнего аттенуатора для калибровки регулятора усиления.

Примечание 11 — Поскольку речь идет о проверке систем, указанный шум будет суммой электрических помех прибора и акустического шума от искательной головки, контактной среды и испытательного материала. При необходимости отделения электрического компонента отметьте первый шум слева от начального импульса. Снимите искательную головку и убедитесь, что шум остается приблизительно на том же уровне. Если нет, снижайте частоту повторения импульсов, пока шум слева от начального импульса как с присоединенной искательной головкой, так и без нее, не станет одинаковым. Запишите данный шум как среднее значение электрического шума.

6.5.4 *Интерпретация данных* :

6.5.4.1 Чувствительность выражается указанием размера/испытательного расстояния до конкретного отверстия, производящих необходимый сигнал 60 % от полной шкалы при соотношении «сигнал-шум» 3 к 1 или больше, и необходимых параметры настройки регулятора усиления, то есть максимальное усиление или оставшееся доступное усиление до такого, которое дает шум, составляющий 20 % от полной шкалы или менее.

6.5.4.2 Шум системы задается пиковой амплитудой шума при максимальной чувствительности, если он составляет менее 20 % от полной шкалы, или путем уменьшения усиления, в децибелах, шума ниже минимального доступного отверстия, которое дает индикацию 60 % от полной шкалы или более. Если это указано, общий шум и электрический шум должны быть отмечены в отчете.

6.6 *Точность откалиброванных регуляторов усиления:*

6.6.1 *Значение* — Когда количественное измерение амплитуд сигналов должно быть выполнено путем сравнения с эталонной индикацией, может быть желательно или необходимо использовать точно откалиброванного регулятора усиления, в частности, когда отношение амплитуд существенно отличается от единицы. Для данной процедуры предполагается, что регуляторы откалиброваны в общепринятых условных единицах децибел. См. п. 6.1.2 в отношении номенклатуры регуляторов усиления.

6.6.2 *Оборудование* — Требуется точный внешний аттенуатор, оконечный резистор и испытательная установка, аналогичная описанной в п. 6.3.3.1. Аттенуатор должен иметь диапазон, как минимум равный проверяемому, и дополнительный, необходимый для приведения испытательного сигнала по шкале при самой высокой указанной чувствительности прибора.

Примечание 12 — Максимальный диапазон для любой функции регулятора одной панели, как правило, составляет 60 дБ или менее. Данный метод не рекомендуется для проверки более широких диапазонов, полученных, например, путем последовательного использования нескольких регуляторов, так как перекрестные помехи могут стать проблемой.

Примечание 13 — Прецизионность испытания 1,0 дБ считается достаточной и достижимой. Более высокая прецизионность требует либо меньшего шага аттенуатора, либо использования поправочных коэффициентов для показаний на экране устройства отображения. См. также Примечание 7.

6.6.3 *Процедура* — Выберите конфигурацию испытательной системы, которая будет производить устойчивую индикацию на экране в середине шкалы, когда регуляторы прибора установлены на минимальный требуемый уровень чувствительности и внешний аттенуатор имеет достаточно свободное ослабления, чтобы быть равным требуемому испытательному диапазону. Используйте тонкую регулировку усиления при ее наличии, или корректировку длины импульса, для установки эталонной индикации точно на линии масштабной сетки, равной 60 % от полной шкалы. Запишите параметры настройки внешнего аттенуатора и откалиброванных регуляторов, отметив, представляют ли они усиление или ослабление в децибелах. Повысьте усиление прибора с минимально доступным откалиброванным приращением и добавьте достаточное внешнее ослабление для возврата испытательной индикации как можно ближе к эталонной линии 60 % от полной шкалы. При доступном приращении аттенуатора меньше или равном 1,0 дБ скорректированная амплитуда всегда должна находиться между 56 и 64 % от полной шкалы, когда используется правильный шаг. Запишите новые параметры настройки регулятора усиления и внешнего аттенуатора. Повторяйте процедуру до проверки полного диапазона соответствующих регуляторов прибора.

6.6.4 *Интерпретация данных* — Если иное не указано в регламентирующем документе, используйте результаты следующим образом: для каждого испытанного диапазона регулятора составьте таблицу показаний регулятора в зависимости от добавленного внешнего пошагового ослабления. Данное значение определяется вычитанием начального внешнего ослабления из каждого последующего показания общего ослабления. Суммарная погрешность для любого диапазона равна разности (в децибелах) между значением на панели диапазона регулятора и значением, определенным внешним аттенуатором. Укажите в отчете ошибку, при ее наличии, с учетом общего отклонения на 20 дБ диапазона регулятора, а также для полного диапазона любого регулятора с более широким диапазоном.

Примечание 14 — При необходимости полученные данные могут быть использованы для определения ошибки для любых промежуточных шагов.

6.7 *Толщиномеры*

6.7.1 *Значение* — Аналоговые, цифровые толщиномеры или толщиномеры с переменной частотой используются для измерения различных материалов путем прикладывания искательной головки к одной стороне материала с параллельными или почти параллельными передней и задней поверхностями. Поскольку диапазон толщин, подлежащий измерению, велик и требуемая степень покрытия изменяется в зависимости от предполагаемого использования, выбор размера, частоты, затухания и координационных характеристик преобразователя также может варьироваться в довольно широком диапазоне. Кроме того, поскольку выходной сигнал приборов для измерения толщины зависит от времени прохождения сигнала от передней до задней поверхностей, результаты зависят от скорости распространения волны заданной частоты или диапазона частот в конкретном проверяемом материале. Это требует стандартизации для любого контроля материала с использованием проб с известной толщиной из материала с идентичной исследуемому материалу скоростью прохождения ультразвука и формой. Данные переменные не учитываются в описанных ниже процедурах, которые предназначены для оценки точности самого прибора в контролируемых условиях.

6.7.2 *Оборудование* — Необходим набор проб известной толщины в требуемом диапазоне или диапазонах. Для каждого диапазона толщины, подлежащего измерению, необходимы три пробы с известной толщиной. Одна из них должна быть вблизи нижнего предельного значения диапазона толщины, одна вблизи верхнего предельного значения и другая — вблизи

середины диапазона. Толщина проб должна быть измерена при помощи механических или оптических приборов, откалиброванных на блоках, сертифицированных для точности как минимум в два раза превышающей требуемую для оценки. Качество обработки поверхности проб должно быть достаточным для обеспечения хорошей связи. Материал проб должен быть в достаточной степени свободен от внутренних и внешних дефектов, чтобы избежать путаницы в результатах испытаний. Выбор контактного метода или метода погружения для оценки определяется пользователем или подрядной организацией. Характеристики используемого преобразователя или преобразователей определяются требуемой толщиной материала и выбранной методикой.

6.7.3 Процедура

6.7.3.1 Для приборов с низкими и высокими настройками регуляторов (или показаниями пересечения и наклона) — Для каждого проверяемого диапазона прибор должен быть отрегулирован для получения показаний выходного сигнала желаемой точности, при использовании высоких и низких проб. После настройки данные показания должны быть повторяемыми без повторной регулировки прибора. Затем проба с толщиной вблизи середины диапазона проверяется без дальнейшей регулировки прибора, и показание выходного сигнала записывается и сравнивается с известным измеренным значением для данной пробы.

6.7.3.2 Для приборов, имеющих только один регулятор (Скорость или Наклон) — Для каждого проверяемого диапазона прибор должен быть отрегулирован для получения показания выходного сигнала с требуемой точностью при использовании одной из проб для испытаний. Две других пробы затем проверяются без дальнейшей регулировки прибора, и показания выходного сигнала записываются и сравниваются с известными измеренными значениями для данных проб.

6.7.4 Интерпретация данных — Отклонение от измеренной толщины, разделенное на известную толщину пробы, является, как известно, мерой точности прибора в процентах в данной точке. Эта цифра должна быть записана и указана в отчете об оценке (см. Раздел 7). В случае, когда требуется большее количество точек данных необходимы дополнительные пробы известной промежуточной толщины.

7. Отчет

7.1 Регламентирующий документ должен полностью определять объем требуемого письменного отчета. Как минимум он может включать в себя только подтверждение указанных эксплуатационных характеристик или результатов оцениваемых параметров. Исчерпывающий письменный отчет должен включать в себя всю необходимую информацию в достаточно подробном виде, так чтобы испытания при необходимости могли быть продублированы позже.

7.2 Для отчета рекомендуется следующий формат, требующий полной документации испытаний:

7.2.1 Прибор — название, модель, модули и серийные номера

7.2.2 Описание оборудования, используемого для каждого испытания, в том числе: Искательные головки — тип, каталожный номер, частота, размер (серийный номер при его наличии)

Соединительные устройства — кабели, поисковые трубки
Испытательные зажимные приспособления — устройство позиционирования, опора, зажимы

Контактная среда

Испытательные блоки — указывают по номенклатуре ASTM или, при использовании специальных блоков, источник, номер чертежа или полное описание (материал, размер и расположение испытательных отверстий, геометрия, размеры, поверхность)

Внешний аттенуатор — тип, сопротивление, прецизионность и оконечный резистор

7.2.3 Метод каждого испытания, в том числе:

Контактный метод или метод погружения

Путь в воде, где это применимо

Настройки регуляторов, соответствующие испытаниям, включая внутренние регуляторы при их использовании

Испытательная частота — Резонансная или широкополосная

7.2.4 Результаты испытаний каждой оцененной характеристики прибора

8. Прецизионность и смещение

8.1 Не было проведено каких-либо круговых испытаний ASTM для определения повторяемости показаний или прецизионности и смещения, достижимых с использованием описанных процедур. Предполагаемая прецизионность показаний (2 % от полной шкалы), указанная в п. 5.10, считается достижимой на практике и достаточной для целей настоящего стандарта.

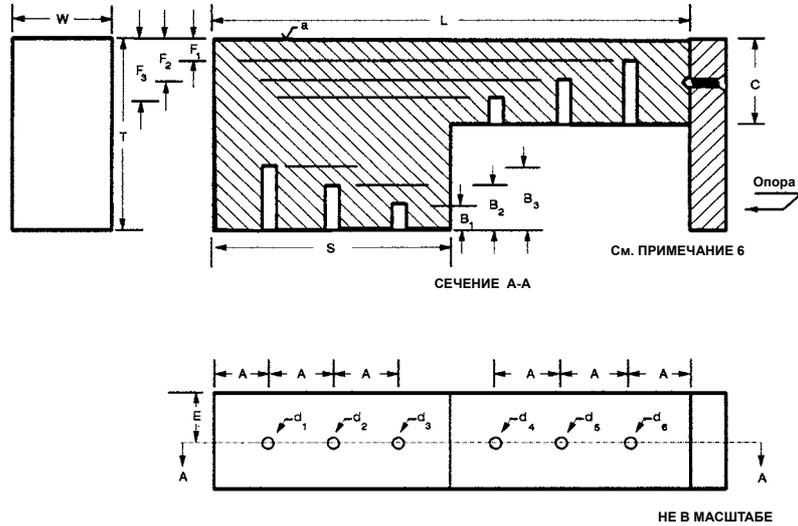
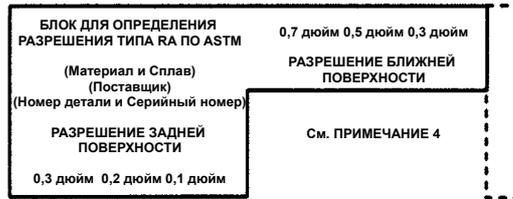
9. Ключевые слова

9.1 оценка эхо-импульсных систем контроля; оценка ультразвуковых эхо-импульсных приборов; неразрушающий контроль; эксплуатационные характеристики приборов для ультразвукового контроля; эксплуатационные характеристики систем ультразвукового контроля; приборы для эхо-импульсного контроля; системы эхо-импульсного контроля; приборы для ультразвукового контроля; системы ультразвукового контроля

ПРИЛОЖЕНИЕ

(Необязательная информация)

X1. СПЕЦИАЛЬНАЯ КОНСТРУКЦИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ БЛОКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ НА РИСУНКЕ 6



- Примечание 1 — Материал должен соответствовать указанному.
- Примечание 2 — Качество обработки поверхности: "а" Ra 32 мкдюйм (0,8 мкм) макс. Другие поверхности Ra 63 мкдюйм (1,6 мкм) макс.
- Примечание 3 — Плоскостные отверстия диаметром $\frac{3}{64}$ дюйма (1,2 мм) ($d_1 \dots d_6$) должны быть перпендикулярны поверхностям с точностью до 1°; поверхности FB должны иметь гладкую поверхность по всему диаметру; отверстия должны быть вычищены, высушены и закупорены, оставляя воздушный зазор мин. 0,04 дюйма (1 мм)
- Примечание 4 — Показанные условные обозначения (или метрические эквиваленты) должны быть выгравированы с глубиной $\frac{1}{8}$ дюйма (3 мм) в приблизительно указанных местах.
- Примечание 5 — Обработкой блоков должно быть анодирование или нанесение покрытия в соответствии с указаниями.
- Примечание 6 — Местоположение для дополнительной концевой опоры; вход крепления в блок не должен превышать $\frac{1}{4}$ дюйма (6 мм).

| Таблица размеров | | | | |
|----------------------|---|--------|--|--------|
| Условное обозначение | Блок в традиционной американской системе единиц (дюймы) | | Блок в метрической системе единиц (мм) | |
| | Размер | Допуск | Размер | Допуск |
| L | 8,00 | 0,02 | 200,0 | 0,5 |
| T | 3,30 | 0,02 | 82,5 | 0,5 |
| W | 2,00 | 0,02 | 50,0 | 0,5 |
| C | 1,00 | 0,02 | 25,0 | 0,5 |
| S | 4,00 | 0,02 | 100,0 | 0,5 |
| A | 1,00 | 0,02 | 25,0 | 0,5 |
| E | 1,00 | 0,02 | 25,0 | 0,5 |
| $d_1 \dots d_6$ | 0,0469 | 0,0005 | 1,2 | 0,01 |
| B ₁ | 0,100 | 0,005 | 2,5 | 0,1 |
| B ₂ | 0,200 | 0,005 | 5,0 | 0,1 |
| B ₃ | 0,300 | 0,005 | 7,5 | 0,1 |
| F ₁ | 0,300 | 0,005 | 7,5 | 0,1 |
| F ₂ | 0,500 | 0,005 | 12,5 | 0,1 |
| F ₃ | 0,700 | 0,005 | 17,5 | 0,1 |

Рис. X1.1 Испытательный блок для определения разрешения типа RA

СВОДКА ИЗМЕНЕНИЙ

Комитет E07 определил местоположение отдельных изменений, внесенных в настоящий стандарт с момента последнего выпуска (E317 - 11), способных оказать влияние на применение настоящего стандарта. (1 июня 2016 года)

(J) Добавлено (1,2 мм) в Примечание 3 Приложения.

ASTM International не занимается вынесением решений относительно действительности любых патентных прав, заявляемых в связи с любым объектом, упоминаемым в настоящем стандарте. Пользователям этого стандарта в явной форме сообщается, что на них возлагается вся полнота ответственности за определение действительности любых таких патентных прав и риска нарушения таких прав.

Настоящий стандарт может быть пересмотрен в любой момент времени ответственным техническим комитетом и должен пересматриваться раз в пять лет; в случае несоблюдения требования о пересмотре он должен быть либо повторно утвержден, либо отозван. Мы с готовностью рассмотрим ваши предложения по изменению этого стандарта или по составлению дополнительных стандартов; они должны направляться по адресу штаб-квартиры ASTM International. Ваши замечания будут внимательно рассмотрены на совещании ответственного технического комитета, на котором вы можете присутствовать лично. Если вы полагаете, что ваши замечания не были заслушаны должным образом, вы должны довести свое мнение до сведения Комитета по стандартам ASTM по приведенному ниже адресу.

Авторские права на этот стандарт принадлежат ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States – США. Отдельные репринты (в одном или нескольких экземплярах) настоящего стандарта можно получить, связавшись с ASTM по указанному выше адресу или по номеру 610-832-9585 (телефон), 610-832-9555 (факс), по адресу service@astm.org (электронная почта), или через веб-сайт ASTM (www.astm.org). Разрешение на снятие фотокопий данного стандарта может быть также получено в Центре по проверке авторских прав, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, Тел.: (978) 646-2600; <http://www.copyright.com/>